

University of Groningen

Nutrient dynamics in the sediment of lake Grevelingen (SW Netherlands)

Kelderman, Peter

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

1985

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Kelderman, P. (1985). *Nutrient dynamics in the sediment of lake Grevelingen (SW Netherlands)*. s.n.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

VII. SAMENVATTING

Het in dit proefschrift beschreven onderzoek richtte zich op de uitwisseling van nutriënten tussen bodem en water in de Grevelingen, een in 1971 afgesloten zeearm in zuid-west Nederland. De afsluiting verliep in twee fasen: in 1964 met de aanleg van de Grevelingendam aan de oostzijde en in 1971 door voltooiing van de Brouwersdam aan de westzijde.

Na de inleiding in hoofdstuk I wordt in II een overzicht gegeven van de sedimentkenmerken op 430 meetplaatsen van de Grevelingenbodan. Uit de resultaten blijkt dat de huidige geografische verdeling van de mediane korrelgrootte (Md_ϕ) in het meer nog voor een groot deel wordt bepaald door de hydrologische condities in het Grevelingenbekken vóór de gedeeltelijke afsluiting in 1964. Fijn-korrelig sedimentmateriaal vanuit Rijn en Maas werd in het oostelijk deel van de Grevelingen afgezet. Door de eb- en vloedbewegingen trad een verdere herverdeling van dit materiaal op, voornamelijk naar de oostelijke, zuid-oostelijke en noord-oostelijke gebieden. Het grovere sediment bleef merendeels achter in het westen en zuid-westen van de Grevelingen.

De huidige geografische verdeling van de sedimentkenmerken slib- en organisch koolstofgehalte (d.w.z. van de specifiek *fijne* sedimentfractie) in de Grevelingen geeft een goede indicatie van de sedimentherverdelingsprocessen na 1971. Door golven en stromingen is een voortdurend transport van slibrijk sedimentmateriaal van de ondiepe gebieden naar de diepere geulen in het meer op gang gekomen. Op dit punt bestaat er voor de Grevelingen een duidelijke analogie met de situatie in de Waddenzee (POSTMA, 1957) en het Veerse Meer (FAAS & WARTEL, 1977).

In III is een zo nauwkeurig mogelijke schatting van de bodem-water uitwisseling van fosfaat in de Grevelingen opgesteld, aan de hand van de water- en massabalansen in het meer. Voor de verandering in de hoeveelheid totaal fosfor (P tot.) in het oppervlaktewater geldt de volgende massabalans: verandering in de hoeveelheid P tot. = instromende hoeveelheid P tot. - uitstromende hoeveelheid P tot. \pm P-afgifte/opname via de bodem. Dankzij een zeer goede, frequente inventarisatie van de verschillende balansternen over de jaren 1974-1977 (grotendeels uitgevoerd door de Deltadienst van Rijkswaterstaat) kon een betrouwbare schatting worden gemaakt van de bodem-water uitwisseling van fosfaat. Er werd een consistent seizoenspatroon gevonden, met gedurende de maanden mei t/m augustus een P-mobilisatie uit de bodem van $12.5 \pm 1.5 \text{ mg P.m}^{-2}.\text{dag}^{-1}$, en een P-accumulatie door de bodem van $5.5 \pm 1.0 \text{ mg P.m}^{-2}.\text{dag}^{-1}$ gedurende de rest van het jaar. Het veelal voorgestelde mechanisme om een dergelijke trend te verklaren - thermische stratificatie in het meer gedurende de zomermaanden met een daarmee gepaard gaande anaerobie van

de bodem, gevolgd door een sterk verhoogde P-mobilisatie (ANDERSEN, 1974; AHLGREN, 1977) - lijkt, althans voor de Grevelingen, niet van doorslaggevende betekenis: over hoogstens 3% van het Grevelingenoppervlak vindt in de zomer stratificatie plaats, en dan nog slechts in het algemeen gedurende de maanden juli-augustus (VAN DER MEULEN, 1980). Het seizoenspatroon in de bodem-water uitwisseling van P tot. in de Grevelingen lijkt *direct* gekoppeld te zijn aan zowel de watertemperatuur als aan het P-gehalte in het oppervlaktewater.

In hoofdstuk IV is bovengenoemde hypothese getest in laboratorium-experimenten, waarbij in sedimentkernen van vier representatieve sedimenttypen in de Grevelingen de invloed van verschillende milieufactoren op de bodem-water uitwisseling van fosfaat en silicaat werd nagegaan. In het bovenstaande water van de sedimentkernen werden strikt aerobe condities gehandhaafd: de dikte van de bruine, geoxideerde toplaag van het sediment varieerde van 2 tot 50 mm (gemiddeld: ca. 30 mm), afhankelijk van het sedimenttype. Zowel voor fosfaat als silicaat werd bij 20°C een ruwweg 20-voudige mobilisatie uit het sediment gevonden vergeleken met 5°C. Daarnaast werd voor fosfaat het uitwisselings-gedrag onderzocht als functie van het P-gehalte in het bovenstaande water. Er kon zo een algemene relatie worden afgeleid voor de bodem-water uitwisseling van fosfaat in de Grevelingen (ΔP) als functie van de temperatuur (T) en het P-gehalte in het water (P_{ow}). Er is sprake van een gelijkwaardige, gekoppelde invloed van watertemperatuur en P-gehalte op de bodem-water uitwisseling van fosfaat met, ruwweg gesproken, P-mobilisatie bij relatief hoge temperaturen en lage P- gehalten in het water, en P-accumulatie bij de omgekeerde situatie.

De bodem-water uitwisselingsfluxen van fosfaat zijn waarschijnlijk een netto resultante van twee tegengestelde bodemprocessen onder aerobe omstandigheden: microbiologische fosfaatafgifte en fysisch-chemische fosfaatadsorptie. Van deze beide is de fosfaatafgifte de dominant temperatuurafhankelijke term. Het "klassieke" mechanisme van koppeling met de $Fe(III) \rightarrow Fe(II)$ omzetting onder anaerobe sedimentcondities, met een daarmee gepaard gaande sterk verhoogde oplosbaarheid van het gebonden bodemfosfaat (MORTIMER, 1971; ANDERSEN, 1974) lijkt voor de hier beschreven laboratoriumexperimenten, onder immers strikt aerobe sedimentcondities, uitgesloten.

De geldigheid van de hier ontwikkelde ΔP - T - P_{ow} relatie voor de veld-situatie werd getoetst in een rekenkundig simulatiemodel voor het verloop van de fosfaatconcentratie in de Grevelingen over de jaren 1974-1977. De resultaten laten een goede overeenstemming zien met het werkelijke fosfaatverloop in de Grevelingen. Vooral het optredende sinusvormige seizoenspatroon in de fosfaatconcentratie is in het simulatiemodel uitstekend tot zijn recht gekomen. Afwijkingen kunnen grotendeels worden verklaard door verschillen tussen de laboratorium- en veldcondities (vooral: turbulentie en locale anaërobie).

In V is in een computersimulatiemodel voor het fosfaatverloop in de Grevelingen bovenstaand beeld bevestigd.

In VI is een overzicht gegeven van de diverse onderzoeken naar de nutriëntengehalten in het poriënwater op 24 vaste, periodiek bezochte meetplaatsen van de Grevelingenbodem. Er komen duidelijke verschillen naar voren tussen stations met verschillende waterdiepten. Op de ondiepe stations (<7 m waterdiepte) lagen de maxima in de fosfaat- en silicaatgehalten merendeels in de bovenste $\frac{1}{2}$ -1 cm van het sediment. De locale P- en Si-maxima op de diepere stations werden over het algemeen op 2-4 cm sedimentdiepte aangetroffen. Voor beide waterdiepteregimes trad, na een aanvankelijke afname in de nutriëntengehalten direkt onder deze toplaag, weer enige stijging op in de diepere (vanaf ca. 15 cm) sedimentlagen.

De verhoogde gehalten in de toplaag op de diepere stations kunnen in direkt verband gebracht worden met de redistributie van fijn-zandig sedimentmateriaal naar de diepere geulen van de Grevelingen sinds de afsluiting in 1971 (zie II). Parallel onderzoek naar de sedimentkenmerken lieten hier duidelijk verhoogde organisch koolstof-, particulier stikstof- en fosforgehalten in de toplaag zien. Voor de ondiepe stations worden de gevonden nutriëntenmaxima direkt onder het bodem-water grensvlak toegeschreven aan mineralisatie van afgestorven microfytobenthoscellen. Dit impliceert echter dat in de bovenste mm, of minder, van het sediment tijdens perioden van primaire produktie een sterke afname in de nutriëntenconcentraties moet plaatsvinden, vanwege opname door het microfytobenthos. Laatstgenoemd effect kon met de gebruikte poriënwaterbemonsteringstechniek echter niet worden aangetoond.

Seizoensvariaties in de P- en Si-poriënwatergehalten waren op de diepe stations sterk significant aanwezig. Op de ondiepe stations werden geen significante seizoensverschillen gevonden; waarschijnlijk spelen hier de (dikwijls tegengesteld gerichte) parameters watertemperatuur en lichtdoordringing tot de bodem een even belangrijke rol.

Aan de hand van de concentratiegradiënten tussen sedimenttoplaag en bovenstaand water kon een schatting worden gemaakt van de verschillende bodem-water uitwisselingfluxen. De berekende fluxen vertoonden, vooral op de diepere stations, een goede overeenstemming met de eerder uit de massabalansen (III) en laboratoriumexperimenten (IV) berekende fluxen. Voor de ondiepe stations was er sprake van een duidelijke overschatting van de met behulp van de poriënwatergradiënten berekende mobilisatiefluxen t.o.v. de werkelijke stofstromen uit de bodem. Opnieuw moet hier gewezen worden op de belangrijke rol die het microfytobenthoslaagje op de ondiepe stations kan hebben als buffer tegen nutriënten-afgifte naar het bovenstaande water. Zoals gezegd is dit effect met de gebruikte poriënwaterbemonsteringstechniek niet tot uiting gekomen.

Het is aan te nemen dat de onderzoeksresultaten van dit proefschrift, gevonden voor een stagnant geworden getijdengebied, veelal ook meer algemeen van toepassing zijn. Met name geldt dit voor de bodem-water uitwisseling van fosfaat, die hier naar voren is gekomen als een principieel aeroob proces met de watertemperatuur en het fosfaatgehalte in het water als de twee dominerende, sturende factoren.

Toekomstig poriënwateronderzoek zal zich meer gedetailleerd moeten richten op de chemie in de top laag (< ca. 2 cm) van het sediment. Hierbij kunnen nieuwe ontwikkelingen op het gebied van de poriënwateranalyse, bijv. "poriënwater-peepers" (MONTGOMERY et al., 1979; VAN ECK & SMITS, 1984) en micro-electroden (vergelijk LINDEBOOM & SANDEE, 1983; REVSBECH et al., 1983) veel informatie opleveren. In dit verband moet ook gepleit worden voor een verscherpte onderzoeks aandacht naar de factor *licht* op de bodem-water uitwisseling.

LITERATUUR

- AHLGREN, I., 1977. Role of sediments in the process of recovery of a eutrophicated lake. In: H.L. GOLTERMAN. Interactions between sediments and fresh water. Junk, Den Haag: 372-377.
- ANDERSEN, J.M., 1974. Nitrogen and phosphorus budgets and the role of sediments in six shallow Danish lakes. - Arch. Hydrobiol. 74 (4): 528-550.
- ECK, G.T.M. VAN & J.G.C. SMITS, 1984. Calculation of nutrient fluxes across the sediment-water interface in shallow lakes. - Proc. 3rd Internat. Symp. Interaction between sediments and water. Genève, augustus 1984. CEP Consultants Ltd., Edinburgh: 166-171.
- FAAS, R.W. & S.I. WARTEL, 1977. Sedimentology and channel slope morphology of an anoxic basin in southern Netherlands. In: M. WILEY. Estuarine processes, 2. Academic Press, New York: 136-149.
- LINDEBOOM, H.J. & A.J.J. SANDEE, 1983. The effect of coastal engineering projects on microgradients and mineralization reactions in sediments. - Water Sci. Technol. 16: 87-94.
- MEULEN, J.H.M. VAN DER, 1980. Waterkwaliteitskenmerken en stofbalansen van het Grevelingenmeer over de periode 1972-1977. Nota DDMI-80.16. Rijkswaterstaat Deltadienst, hoofdafdeling Milieu en Inrichting: 1-113.
- MONTGOMERY, J.R., C.F. ZIMMERMANN & M.T. PRICE, 1979. The collection, analysis and variation of nutrients in estuarine pore water. - Estuar. coast. mar. Sci. 9: 203-214.
- MORTIMER, C.H., 1971. Chemical exchanges between sediments and water in the Great lakes - speculations on probable regulatory mechanisms. - Limnol. Oceanogr. 16: 387-404.
- POSTMA, H., 1957. Size frequency distribution of sands in the Dutch Wadden Sea. A study in connection with ecological investigations in a tidal area. - Arch. néerl. Zool. 12: 319-349.
- REVSBECH, N.P., B.B. JØRGENSEN, T.H. BLACKBURN & Y. COHEN, 1983. Micro-electrode studies of the photosynthesis and O_2 , H_2S and pH profiles of a microbial mat. - Limnol. Oceanogr. 28: 1062-1074.

13900

1385